

Gesichtspunkte zur Präparation von CAD/CAM-gefertigten Restaurationen

Bei der Arbeit mit CAD/CAM-gefertigter Vollkeramik muss der Zahnarzt aufgrund der Materialeigenschaften von Keramik bei der Präparation bestimmte Aspekte beachten, soll der (langfristige) Erfolg der Arbeit gewährleistet sein. Auch über die Anforderungen hinaus, die sich aus dem Material ergeben, gilt, dass aufgrund der Fertigungs- und Digitalisierungstechnologie von CAD/CAM-Systemen spezielle Regeln für die Präparation eingehalten werden müssen, so z. B. hinsichtlich Mindestmaterialstärken, Präparationswinkel und Präparationsgrenze. Die Präparationsregeln für adhäsiv befestigte Keramikrestaurationen aus Glaskeramik (Inlays, Teilkronen, Kronen) sowie zementierte Versorgungen aus Oxidkeramik (Kronen, Brücken, Primärteile) werden nachfolgend einzeln vorgestellt.

Die CAD/CAM-Technologie ist heute aus der Herstellung von Zahnersatz nicht mehr wegzudenken. Die Mehrzahl der derzeitigen CAD/CAM-Systeme sind Verfahren, bei denen Halbfertigteile für das Zahnlabor erstellt werden. Während in diesem Bereich bereits seit Jahren eine Vielzahl von Anbietern existiert, sind in den Segmenten der vollanatomischen bzw. einsetzfertigen Restaurationen sowie bei den Zahnarzt-Scansystemen zukünftig die interessanteren Entwicklungen zu erwarten. Insbesondere die Kombination einer Digitalisierung in der Praxis mit einer ausgelagerten industriellen Herstellung erscheint hinsichtlich des optimalen Einsatzes von

Ressourcen und Skaleneffekten als sinnvoll und stellt möglicherweise die Richtung dar, in die sich CAD/CAM für den Zahnarzt entwickeln wird. CAD/CAM und die damit verbundenen klinischen Kenntnisse gewinnen demnach für den Zahnarzt zunehmend an Relevanz. Bereits heute wird eine Vielfalt von Versorgungen und Materialien über computergesteuerte und maschinelle Prozesse bearbeitet. Für den Zahnarzt ist die Kenntnis der durch die im Gegensatz zur traditionellen händischen Herstellungsweise unterschiedlichen Voraussetzungen und Gegebenheiten von großer Bedeutung, soll die neue Technologie erfolgreich eingesetzt

werden. Das ist besonders bei keramischen Werkstoffen entscheidend, da diese aufgrund ihrer Materialeigenschaften grundsätzlich frakturanfälliger sind als Metalle. Die folgende Übersicht soll die wichtigsten Basics darlegen, die für den Zahnarzt klinisch bei der Arbeit mit CAD/CAM-gefertigter Vollkeramik zu beachten sind.

Die Präparationsregeln für adhäsiv befestigte Keramikrestaurationen aus Glaskeramik (Inlays, Teilkronen, Kronen) sowie zementierte Versorgungen aus Oxidkeramik (Kronen, Brücken, Primärteile) folgen gemeinsamen Prinzipien, weisen aber auch Unterschiede auf. Sie werden nachfolgend einzeln behandelt.



Dr. Jan Hajtó

Spezialist für Ästhetische Zahnheilkunde (DGÄZ)
1987–1993 Studium der Zahnheilkunde an der LMU München
1994 Promotion

Seit 1995 niedergelassener Zahnarzt in München

Tätigkeitsschwerpunkte: komplexe ästhetische Zahnmedizin und festsetzende Versorgungen mit Vollkeramik

Regelmäßige Publikationen sowie Vorträge zu den Themen Ästhetik, Keramik und CAD/CAM

Autor des Buches „Anteriores – Natürlich schöne Frontzähne“, Teamwork Media Verlag, 2006

Gründer und Mitgesellschafter der biodentis GmbH

Seit 2008 Anbieter von Fachseminaren im absolute Ceramics Schulungszentrum München zum Einstieg in die Kunst der ästhetischen Behandlung mit Veneers und anderen vollkeramischen Restaurationen

1. Kronen | CAD/CAM-gefertigte vollkeramische Einzelkronen sind heute in zwei Hauptvarianten verfügbar:

a) Glaskeramikkrone z. B. aus leuzitverstärkter Silikatkeramik (IPS Empress CAD) oder Lithiumdisilikat (IPS e.max CAD)

b) zirkonoxidgestützte Kronen, entweder handverblendet oder mittels CAD/CAM mit einer Verblendung versehen (z. B. Infix® oder Lava Digital Veneering System)

Platzbedarf | Sofern Dentalkeramik nicht mittels Säure-Ätztechnik auf Zahnschmelz verklebt wird, müssen Mindeststärken eingehalten werden. Bei Glaskeramikkronen ist dies erforderlich, um eine ausreichende Festigkeit zu gewährleisten, bei verblende-

ten Zirkonoxidkronen, um den Platz für die Verblendung und eine ausreichende Ästhetik zu erzielen. Für beide Kronen ist der optimale Platzbedarf identisch (Abb. 1).

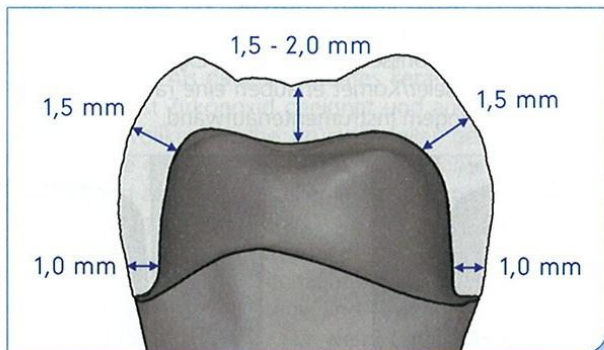


Abb. 1: Platzbedarf für vollkeramische Kronen.

Die Unterschreitung der Mindeststärke stellt einen der häufigsten Fehler dar. Bei Glaskeramikkronen steigt dadurch das Risiko einer Komplettfraktur deutlich an. Von Platzmangel betroffen sind meist linguale Höcker, die einer visuellen Kontrolle bei geschlossenem Mund von bukkal schlecht zugänglich sind. Im Zweifelsfall sollten mithilfe eines Bissregistrates z. B. aus Aluwachs und Vermessung mit einem Tasterzirkel die Platzverhältnisse überprüft werden. In Zukunft werden Intraoralscanner auch hier sicher Möglichkeiten bieten, den Substanzabtrag während der Präparation chairside schnell und einfach zu überprüfen und zu visualisieren. Ein genügender Abstand zum Antagonisten muss auch bei exzentrischen Unterkieferbewegungen gegeben sein. Auch dies ist während der Präpara-

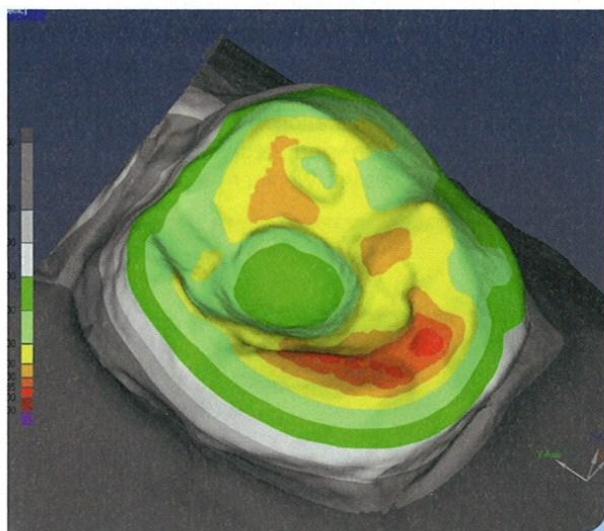


Abb. 2: Scan eines klinischen Beispiels mit zu geringem okklusalem Freiraum in Fehlfarbandarstellung. In den roten Bereichen beträgt der Abstand zum Antagonisten weniger als 0,4 mm. Dies ist für eine vollkeramische Versorgung nicht ausreichend.

tion zu prüfen. In den Abbildungen 2 und 3 sind farbkoodierte Abstandsanalysen zum Antagonisten in einem ungünstigen und in einem korrekt präparierten Fall dargestellt.

Während bei Molaren durch die in Abbildung 1 und 3 angegebenen Präparationswerte die Vitalität des Zahnes nicht gefährdet ist, empfiehlt sich bei Prämolaren und Frontzähnen ein etwas geringerer zirkulärer Abtrag von maximal ca. 0,8 mm¹. Entscheidend für die Bruchfestigkeit von Vollkeramikkronen ist allerdings in jedem Fall eine ausreichende okklusale Materialstärke.

Material- und CAD/CAM-gerechte Präparation | Keramik ist auf Zugspannungen nur schwach belastbar. Dies bedeutet klinisch, dass alle scharfen Kanten und Grate innerhalb der Präparation unbedingt zu vermeiden sind (Abb. 4).

Bei Kronenstumpfpräparationen ist dies am einfachsten und zuverlässig mit rotierenden Polierscheibchen zu erreichen. Mit der Fingerkuppe wird taktil geprüft, ob sich der Stumpf spitz anfühlt. Deutlich spürbare Kanten müssen abgerundet werden. Das Abrunden der Geometrien ist auch aus einem technologiebedingten Grund von Bedeutung: Die CNC-Fertigung ist nämlich eine abtragende Fertigung. Die aus dem Block geschliffenen Teile werden mittels rotierender Instrumente mit definiertem Durchmesser herausgearbeitet. Eine positive Kante in der Präparation muss als Vertiefung an der Unterseite der Restauration ausgeschliffen werden. Ist das Bearbeitungswerkzeug größer dimensioniert als der zu entfernende Bereich, dann resultiert zwangsläufig eine zusätzliche Materialentfernung. Dies wird als so genannte Fräseradiuskorrektur bereits in der Modellersoftware von CAD/CAM-Systemen angelegt

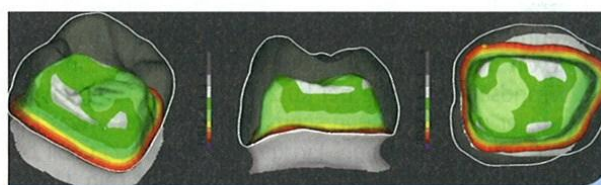


Abb. 3: Scan eines klinischen Beispiels: Kronenpräparation mit ausreichendem Substanzabtrag.

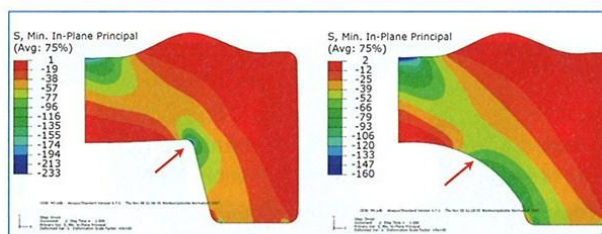


Abb. 4: Spitze Kanten und Grate erhöhen die Zugspannung auf die Unterseite der Keramik. Links: Hauptnormalspannung 233 N/mm², rechts optimierte Präparationsform: Hauptnormalspannung mit 106 N/mm² nur halb so hoch? (Bild mit freundlicher Genehmigung von Univ.-Prof. Gerwin Arnetzl, Graz).

(Abb. 5). Je mehr auf diese Weise korrigiert werden muss, desto schlechter ist letztendlich die Passung des Werkstücks (Abb. 6). Ungünstigerweise resultieren daraus auch verminderte Materialstärken.



Abb. 5: Schematische Darstellung des Prinzips der Fräserradiuskorrektur: a) zu fertigende Geometrie (weiß), b) Werkzeug (blau) und nicht zugängliches Restmaterial (rot), c) notwendige zusätzliche Eindringtiefe, d) Fräserradiuskorrektur (hellgrau), e) Schleifergebnis nach vollständiger Bearbeitung.

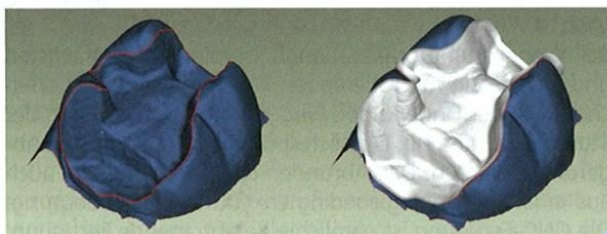


Abb. 6: Kanten und Grate innerhalb einer Präparation werden für die CAD/CAM-Fertigung von der Fräserradiuskorrektur hohlgelegt. Das kann zu einer verminderten Passung führen (Software: absolute Ceramics).

Konizität der Stümpfe | Für vollkeramische Versorgungen wird ein Präparationswinkel von $2 \times 3\text{--}6^\circ$ empfohlen. Dies ist etwas mehr als bei Gusskronen ($2 \times 2^\circ$). Allerdings ist diese Empfehlung im klinischen Alltag schwer exakt umzusetzen. Daneben hängt der ideale Konus immer auch von der Stumpfhöhe und dem Stumpfdurchmesser ab. Grundsätzlich sollte bei kurzen, breiten Stümpfen etwas steiler und bei langen schmalen Stümpfen etwas konischer präpariert werden. Ein geometrischer Halt soll bei Kronen und Brücken auf jeden Fall vorhanden sein. Untersuchungen zeigten, dass im praktischen Alltag in der Regel mit Präparationswinkeln von im Mittel $7^\circ\text{--}10^\circ$ zu konisch präpariert wird^{3,4}. Die Abbildung 7 veranschaulicht den Unterschied.

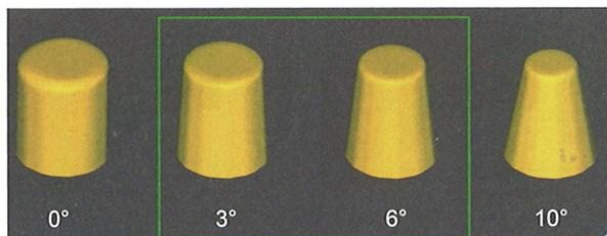


Abb. 7: Verschiedene Präparationswinkel. Der Präparationswinkel ist der Winkel, um welchen die Steigung der Präparation von der Kronenlängsachse abweicht. Für vollkeramische Kronen liegt der ideale Bereich bei $3\text{--}6^\circ$.

Präparationsgrenzen | Die Gestaltung der Präparationsgrenze erfolgt als breite Hohlkehle oder innen abgerundete Stufe. Geeignet sind konische oder zylindrische Diamantinstrumente, deren Enden entweder vor Kopf rund oder plan mit abgerundeten Kanten sind (Abb. 8). Speziell abgestimmte Präparationssets, wie z. B. das Experten-Set 45735 von Gebr. Brasseler/Komet erlauben eine rationelle Präparation mit geringem Instrumentenaufwand.

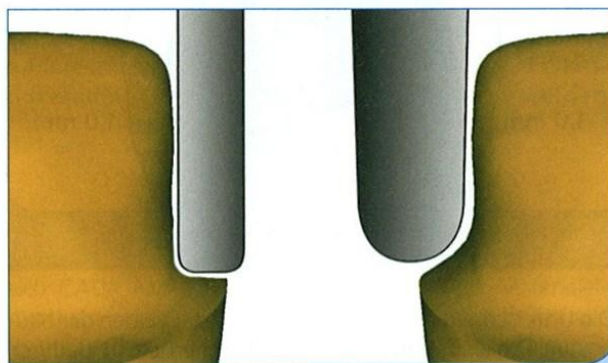


Abb. 8: Möglichkeiten der korrekten Gestaltung der Präparationsgrenzen.

Tangentiale oder regenrinnenförmige Präparationsränder müssen vermeiden werden. Ebenso sind Doppelkonturen und unregelmäßig zittrige Präparationsränder ungünstig. Im Gegensatz zur manuellen Aufwachs- und Gusstechnik können solche Ungenauigkeiten und Fehler in einer standardisierten Prozesskette nicht individuell ausgebessert werden. Je präziser und definierter die zahnärztlichen Unterlagen sind, desto besser wird das Ergebnis sein. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, die Präparationen sauber zu finieren und die Präparationsränder eindeutig zu definieren, um auch beim Digitalisieren eine eindeutige Erkennbarkeit zu gewährleisten. Abbildung 9 zeigt den Scan einer idealen Kronenpräparation.

Zirkonoxidrestaurationen sind gegenüber den beschriebenen Aspekten insgesamt weniger empfindlich als Glas-



Abb. 9: Ideale Kronenpräparation, durchgeführt auf einem Übungsmodell (Präparation: Prof. Tinschert).

keramikrestorationen. Zum einen, da Zirkonoxid von Materialseite aus wesentlich belastbarer ist, zum andern, weil es (außer HIP Zirkon) in einem um 20 % vergrößerten Zustand gefräst wird, und schließlich, da es sich maschinell zu dünneren Schichtstärken an den Rändern beschleifen lässt.

2. Brücken | Als dauerbelastbares keramisches Material für Brücken ist Zirkonoxid geeignet und auch klinisch bewährt. Für vollkeramische Brückenpfeiler gelten für den Zahnarzt die gleichen Kriterien wie für Kronen. Zusätzlich ist darauf zu achten, die Pfeiler in einer gemeinsamen Einschubrichtung zu präparieren.

Daneben müssen Mindestverbinderstärken im Gerüst eingehalten werden. Im Seitenzahnbereich sollte ein Querschnitt von 9–12 mm² system- und materialabhängig nicht unterschritten werden^{5,6,7}. Für weitspännige Brücken oder beim Ersatz von Molaren werden sogar 16–19 mm² empfohlen^{8,9,10}. Daher ist bereits bei der Indikationsstellung darauf zu achten, dass dieser notwendige Platz vorhanden ist. Speziell bei sehr geringem vertikalen Platzangebot können Vollkeramikbrücken kontraindiziert sein, da insbesondere eine ausreichende Verbinderhöhe von mindestens 3–4 mm die Stabilität gewährleistet¹¹.

3. Inlays und Teilkronen | Materialstärke | Abgesehen von additiven, ausschließlich auf Zahnschmelz befestigten „Tabletop“-Restorationen erfolgt bei Keramikinlays und -teilkronen in der Regel eine deutliche Dentinfreilegung. Dies wiederum bedingt, dass bestimmte Mindestmaterialstärken eingehalten werden: 2,5 mm Breite am Isthmus, 1,5 mm Tiefe unter der Fissur und 2,0 mm bei Höckereinkürzungen sind notwendig¹². Sofern nicht ausreichend Platz geschaffen wird und dennoch eine ausreichende Stärke der Keramik gesichert sein soll, sind zwangsläufig unförmige Kauflächen die Folge (Abb. 10).

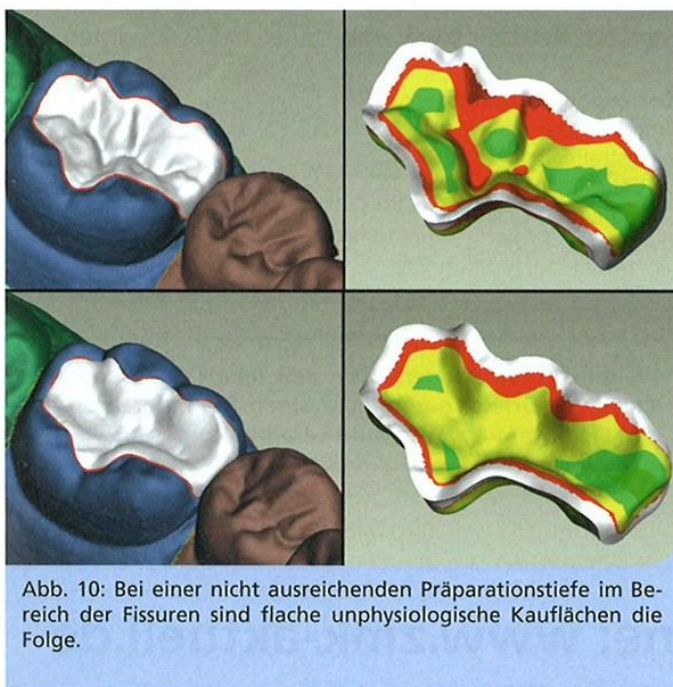


Abb. 10: Bei einer nicht ausreichenden Präparationstiefe im Bereich der Fissuren sind flache unphysiologische Kauflächen die Folge.

Um die Orientierung hinsichtlich der Präparationstiefe zu erleichtern, empfiehlt sich auf jeden Fall die Anwendung von tiefenmarkierten Instrumenten, wie sie im Präparationsset für Keramikinlays und Teilkronen 4562S von Gebr. Brasseler/Komet enthalten sind. Da die Präparationsgrenze als visueller Bezugspunkt umso höher am inneren Höcker-abhang entlang ansteigt, je weiter die Kavität aufgezogen wird, ist die Gefahr einer Fehleinschätzung sehr groß. Die Tiefenmarkierungen auf 2 und 4 mm erlauben eine bessere Kontrolle (Abb. 11). Dabei soll entweder die untere 2-mm-Markierung auf der Höhe der Fissur, oder die obere 4-mm-Markierung an der Präparationsgrenze liegen. Bei Teilkronen ist vor allem bei Höckereinkürzungen auf einen ausreichenden Substanzabtrag zu achten. Im Bereich der die mesialen und distalen Höcker unterteilenden Fissuren von Molaren muss ebenfalls entsprechend tiefer präpariert werden¹³.

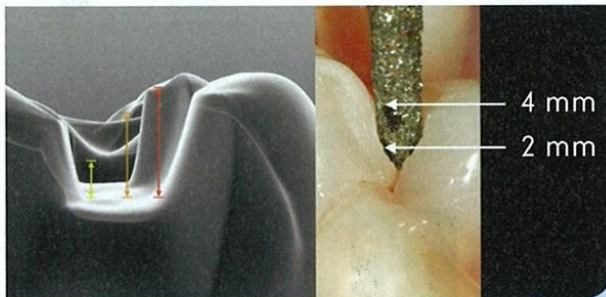


Abb. 11: Die mit der Breite der Kavität ansteigende Höhe der Kavitätswände (orangefarbener und roter Pfeil) täuscht eine ausreichende Präparationstiefe vor. Tatsächlich ist die Tiefe unterhalb der Zentralfissur noch zu gering (gelber Pfeil). Präparationsdiamanten mit Tiefenmarkierung erleichtern die korrekte Präparation nicht nur dem Anfänger.

„Weiche“ Kavitätengestaltung | Adhäsiv befestigte Keramikinlays und Teilkronen erfordern keinerlei mechanische Retention. Auf Kästen und Stufen kann im Gegensatz zu Gussteilkronen gänzlich verzichtet werden. Vielmehr entspricht die Präparation von Teilkronen der vereinfachten und verkleinerten Kauffläche mit sanften Übergängen (Abb. 12). Die Abrundung erfolgt wiederum zweckmäßigerweise mit Polierscheiben. Der Kavitätenboden von Inlays wird konvex nach oben gewölbt gestaltet, möglichst ohne eine Kante am Übergang zum approximalen Kasten. Eine optimale Abrundung und Glättung wird erreicht, indem dort – wo nötig – eine dentinadhäsive Unterfüllung aus Flowkomposit gelegt wird. Trotz der simplen Form solcher Prä-

parationen sind diese nicht einfacher umzusetzen als klassische retentive Präparationen, da dem Auge klare Linien und Flächen zur Orientierung fehlen. Auch bedarf es einiger Umgewöhnung und wiederholter kritischer Begutachtung, um nach möglicherweise jahrelanger „prismatischer“ Präparationspraxis auf solche „Freiform“-Präparationen umzustellen.



Abb. 12: Teilkronenpräparation für Keramikteilkronen. Dentinadhäsive Unterfüllung aus weißem Flowkomposit.

Fazit | Die Anwendung der CAD/CAM-Technologie hat insbesondere in Verbindung mit dem Werkstoff Keramik unmittelbare Auswirkungen auf das Präparationsdesign und die Arbeitsweise des Zahnarztes. Bei Unkenntnis oder Nichtbeachtung der grundlegenden Prinzipien können höhere Misserfolgsraten nicht ausgeschlossen werden. Die korrekte Anwendung solcher neuen Technologien stellt einen der wesentlichen Erfolgsfaktoren dar, wie auch in einer aktuellen Studie festgestellt wurde, in der deutliche zahnarztindividuelle Unterschiede in der Erfolgsrate von Vollkeramikbrücken gefunden wurden¹⁴.

Literaturliste unter www.zmk-aktuell.de/literaturlisten

Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. Jan Hajtó
Weinstraße 4
80333 München
dr.jan.hajto@t-online.de
www.praxis-hc.de

Weitere Informationen über den Inhalt der Hands-on-Kurse von Dr. Hajtó und zu anderen Top-Referenten finden Sie unter www.absolute-ceramics.com.

Entdecken Sie die ZMK online: www.zmk-aktuell.de